

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-165959

(43)Date of publication of application : 22.06.2001

(51)Int.Cl.

G01R 1/073

H01L 21/66

(21)Application number : 2000-321533

(71)Applicant : XEROX CORP

(22)Date of filing : 20.10.2000

(72)Inventor : KIM PATRICK G

SMITH DONALD L

ALIMONDA ANDREW S

(30)Priority

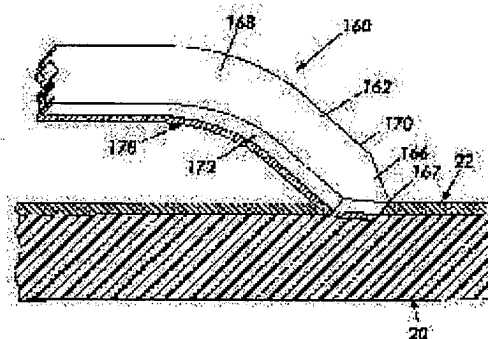
Priority number : 1999 421389 Priority date : 20.10.1999 Priority country : US

(54) ABRASION RESISTANT ELASTIC CONTACT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an elastic contact containing a free part having a tip end.

SOLUTION: This free part 162 of an elastic contact 160 has a contact surface 172 and a side surface 170. An abrasion resistant material 178 is formed in a part of the free part 162. This abrasion resistant material 178 can enhance the abrasion resistance of the elastic contact 160. This elastic contact 160 can be used for the probe.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of

rejection]

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-165959

(P2001-165959A)

(43) 公開日 平成13年6月22日 (2001.6.22)

(51) Int.Cl.⁷
G 0 1 R 1/073

識別記号

F I
G 0 1 R 1/073

データベース (参考)

F

D

H 0 1 L 21/06

H 0 1 L 21/06

B

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-321533 (P2000-321533)

(22) 出願日 平成12年10月20日 (2000.10.20)

(31) 優先権主張番号 09/421389

(32) 優先日 平成11年10月20日 (1999.10.20)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 590000798

ゼロックス コーポレーション

XEROX CORPORATION

アメリカ合衆国 コネチカット州・スタ

ンフォード・ロング リッチ ロード・

800

(72) 発明者 バトリック ジー キム

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 サン

タ クララ サラトガ アベニュー 444

4 C

(74) 代理人 100075268

弁理士 吉田 研二 (外 2 名)

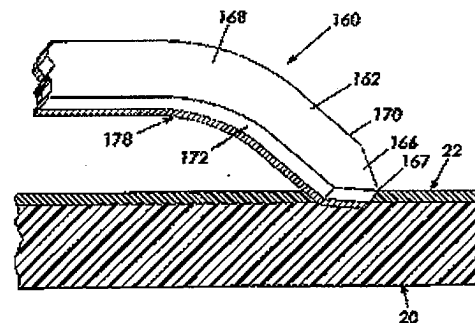
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 耐磨耗弾性接触子

(57) 【要約】

【課題】 先端部を有する自由部分を含む弾性接触子を提供する。

【解決手段】 弾性接触子 160 の自由部分 162 は、接触面 172 と、側面 170 とを有する。耐磨耗物質 178 は自由部分 162 の一部に形成される。この耐磨耗物質 178 は、弾性接触子 160 の耐磨耗性を高めることができる。この弾性接触子 160 をプローブに用いることができる。



(2)

特開2001-165959

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板に固定されたアンカー部と、

弾性金属からなり、側面と接触面とを有する先端部を有する自由部分と、

(i) 前記先端部の側面および接触面、(ii) 前記接触面のみ、あるいは、(iii) 前記先端部の終端部のみのいずれかに配設された耐磨耗性物質と、を有することを特徴とする弾性接触子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子装置に電気的に接触する弾性接触子に関し、更に、かかる弾性接触子の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体産業では、様々な目的のために微小弾性接触子を用いてきた。例えば、これらの接触子を用いて、標準的な接合技術により、集積回路つまりチップを回路基板やその他の装置に電気的に接続する。

【0003】また、2つの装置を一時的に電気接触させるためにも弾性接触子が使用される。

【0004】フォトリソグラフィ技術によって型抜きした弾性接触子は、米国特許第5,613,861号および第5,848,685号に開示されている。この弾性接触子を基板上に形成し、2つの装置を弾性的に接続する。図1に示すように、接合構造50は、弾性物質からなる弾性接触子60を有する。弾性接触子60は固有のストレス勾配を有し、これによって弾性接触子の自由部分62を上方に屈曲させて基板52から離す。弾性接触子60のアンカー部64を基板52に固定し、基板52上の第一コンタクトパッド20と電気的に接続することができる。弾性接触子60の自由部分62は先端部66を有する。これは、装置70上の第二コンタクトパッド20に弾力的に接触する。

【0005】図2は、弾性接触子60列を有するプローブカード32を示す。弾性接触子60は、装置70上のコンタクトパッド20に弾力的に接触するように、コンタクトパッド20と整列する。この状態の装置70は、プローブカード32に電気的に接続したテスト装置によってテストされたり、これと通信することができる。

【0006】弾性接触子は、チップまたは集積回路装置のテストに使用できる。例えば、これらの弾性接触子を有するプローブを用いて、装置のウェハレベルやバーンインテストを行うことができる。この弾性接触子は弾性金属を有し、弾性接触子の自由終端は先端部になっている。テストのために、チップまたは多様な装置上に配設されたコンタクトパッドに弾性接触子を接触させる。コンタクトパッドは通常、アルミニウム製である。天然酸化アルミニウムは、室温でアルミニウムコンタクトパッド上で自然に成形する。アルミニウムコンタクトパッドと電気的に接触するためには、弾性接触子の先端部が天

2

然酸化物を貫通しなければならない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】弾性接触子を有するプローブカードを用いて集積回路装置をテストする場合、弾性接触子の先端をアルミニウムコンタクトパッドに繰り返し接触させる。所望の耐久期間を確保するためには、これらの弾性接触子が、異なるコンタクトパッドとの約 3×10^5 回のタッチダウン（接触）に耐えられなくてはならない。しかも、各パッドは表面上に硬い天然酸化物を有し、弾性接触子の先端はこれに接触する。この必要性を満たすために先端は磨耗に耐えなければならないので、先端は鈍化する可能性がある。そのため、天然酸化膜を貫通できなくなり、プロービングを繰り返す間にはコンタクトパッドと電気的接触が出来なくなる。電気接触抵抗の劣化を軽減するために、先端は優良な導電体でなければならず、コンタクトパッド物質による先端部の磨耗を軽減する為には、先端がコンタクトパッド物質に対して化学的に不動態(chemically passive)でなければならない。つまり、磨耗の影響を軽減するためには、弾性金属はコンタクトパッド金属の溶解度が低くなければならない。

【0008】米国特許第5,944,537号は、少なくとも一部が耐磨耗性物質からなる弾性接触子を開示している。弾性接触子の実施形態では、その先端を硬い物質で覆って耐磨耗性とすることができる。

【0009】本発明では、改良された弾性接触性を提供する。

【0010】本発明は更に、テスト目的に使用できる改善された弾性接触子を有する装置も提供する。

【0011】また、本発明は更に、係る弾性接触子の製造方法も提供する。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明に係る弾性接触子の実施形態では、弾性金属からなる自由部分を有する。この自由部分は側面と、接触面と、先端とを有する。耐磨耗性物質を側面および接触面上に配設できる。この耐磨耗性物質は、所望の耐磨耗性特性を示す任意の適切な物質であってもよい。

【0013】本発明に係る弾性接触子の他の実施例では、耐磨耗性物質は先端の一部にのみ配設される。この耐磨耗性物質は任意の適切なセラミックまたは金属物質でもよい。例えば、耐磨耗性物質は、先端の一部にのみ配設された炭化物でもよい。また、耐磨耗性物質を接触面の一部にのみ、例えばストリップ状に形成できる。

【0014】本発明に係る弾性接触子の他の実施例では、隣接する弾性金属層間に、少なくとも先端部において部分的に露出するように耐磨耗性物質を配設できる。耐磨耗性物質は、任意の適切なセラミックまたは金属物質でもよい。

【0015】本発明に係る装置の実施例は、上記本発明

(3)

特開2001-165959

3

に係る任意の弾性接触子を接続有してもよい。例えば、この装置はプローブカードでもよい。プローブカードを用いて、チップや電子装置の多様なテストを行うことができる。

【0016】本発明は更に、かかる弾性接触子の製造方法も提供する。実施例では、従来のコーティングとフォトリソグラフィ技術を用いて、かかる弾性接触子を製造できる。

【0017】

【発明の実施形態】本発明の実施形態を、貼付の図面を参照しながら、詳述する。

【0018】図3は、本発明に係る弾性接触子の実施形態を示す。弾性接触子160は、例えば、図1の弾性接触子60と同じ形状を有しても良い。簡素化のために、図1では、弾性接触子160の自由部分162部分のみを示す。弾性接触子160は、図1に示すアンカー部64と同じ構造のアンカー部（図示せず）も有する。弾性接触子の自由部分162は上表面168と、対向する側面170と、接触面172とを有する。自由部分162の先端部には先端部166が形成される。図示されるように、先端部166は先端終端167を有する。複数の先端終端を有する等、この他の先端部166構成でもよい。

【0019】図では、弾性接触子160の先端部166が、基板上的層22を貫通している。例えば、層22は天然酸化物であって、コンタクトパッド20上に配設してもよいし、チップまたは装置（集積回路等）の上に配設してもよい。

【0020】本発明に係る弾性接触子の実施例では、フォトリソグラフィ技術によって弾性接触子を形成してもよい。これらの実施例では、弾性接触子160は、フォトリソグラフィ技術によって型抜きできる任意の適切な弾性金属物質からなる。この弾性金属は高弾性を有し、先端部に機械的圧力を付与することが好適である。また、弾性接触子160の対向する端部が接触する表面どうしを、弾性金属によって電気的に接続する。

【0021】弾性接触子160は、例えば、任意の適切な高弾性物質で形成できる。弾性接触子は、高弾性導電物質で形成することが好適であるが、実施例では、弾性接触子を非導電物質で形成することもできる。弾性接触子形成に適した合金システムの例として、クロムモリブデン合金、タングステン（W）ベース合金、クロム（Cr）ベース合金、ニッケルジルコニウム合金を含む。適切な特定の合金は、例えば、1%のジルコニウムを含有するニッケルジルコニウム合金、20%Cr-80%Mnを含有するクロムモリブデン合金等がある。Ni-Zr合金では、ジルコニウムによって合金の弾性特性が改善するが、ニッケルの導電性を大幅に減少することはない。上述の通り、弾性物質の導電性が不十分な場合、金属や金属合金等の導電物質で弾性物質を少なくとも部分

4

的にコーティングして、所望の導電性を付与できる。

【0022】本発明によると、弾性接触子の耐摩耗性を高めるために、耐摩耗性物質178は弾性接触子160の自由部分162の少なくとも一部を構成する。耐摩耗性物質178によって少なくとも先端部166の耐摩耗性を高めることで、先端部166は硬い物質により効果的に貫通できる。

【0023】プロービングに用いる場合、コンタクトパッド上の硬質天然酸化物との繰り返し接触と磨耗とによる先端部166の磨耗を軽減するために、実施形態では、弾性接触子160の少なくとも先端部166は、タングステン（W）やクロム（Cr）等の少なくとも先端部の硬さ増す合金を含んでもよい。先端部をより硬くすることで、これらの物質のために、先端部の磨耗は、より柔らかな金属からなる弾性接触子の先端が磨耗するよりも、遅くなる。上述のようにタングステンとクロムを合金にして脆さを軽減し、弾性接触子160の靱性を増すことができる。

【0024】本発明に係る弾性接触子の実施形態では、耐摩耗性を有し、コンタクトパッド物質に対して化学的不動態である導電性物質を、弾性接触子を形成する弾性金属の一部に選択的に適用して、その部分の耐摩耗性を増すことができる。耐摩耗性物質は、弾性金属上に配設でき、適切な耐摩耗性を表現する任意の適切な物質であってもよい。

【0025】高硬度の物質を適用して、弾性接触子の耐摩耗性を増大できる。これらの物質の、コンタクトパッド物質の溶解度は低い。コンタクトパッドとの接触による弾性接触子先端部の磨耗も軽減できる。例えば、硬質の貴金属、窒化チタン（TiN）、ダイヤモンドの様な炭素は磨耗を軽減する。

【0026】磨耗を軽減するために弾性接触子の少なくとも先端部に適用できる他の物質としては、コンタクトパッド上の硬質天然酸化物をこする先端部の能力を損なうことなく、先端部とコンタクトパッドとの間の摩擦を軽減する物質を含む。例えば、モリブデン硫化物や二酸化錳は高平滑潤滑性を有するので、これらを用いて摩擦を軽減できる。

【0027】耐摩耗性物質は、適切な窒化物、炭化物、酸化物、浸炭窒化物（carbo-nitride）、珪化物、硬質貴金属、その他物質から選択できる。窒化物の例としてはTiN、Ti-Al-Nがあるが、これらに限定されるものではない。炭化物の例はTiCがある。酸化物の例はAl₂O₃がある。浸炭窒化物の例はTi-C-Nがある。硬質金属の例はRh、Ru、Re、Osがあるが、これらに限定されるものではない。珪化物の例はWSi₂、MoSi₂、TaSi₂、TiSi₂があるが、これらに限定されるものではない。

【0028】更に、耐摩耗性物質は、Mo、Moベース合金、W、Wベース合金等の適切な金属であってもよ

(4)

特開2001-165959

5

い、必要な弾性を弾性接触子に付与するために含有した、耐磨耗金属材料よりも耐磨耗性が低い弾性金属材料を覆うように、これらの耐磨耗物質を弾性接触子の一部に選択的に適用してもよい。

【0029】耐磨耗性物質178は、それを適用した弾性接触子160上の部分が所望の耐磨耗性を有するような任意の適切な厚みを有してもよい。更に、耐磨耗性物質178は、弾性接触子160の物理的特性および電気的特性に悪影響を及ぼさないことが好適である。耐磨耗性物質は一般的に約0.05 μ m～約0.2 μ mの厚さを有する。コーティングによって弾性接触子160の自由部分162の弾性が大きく損なわれないように、この物質は、先端部166に所望の耐磨耗性を付与するために必要な厚さ以上に厚くないことが好適である。耐磨耗性物質を薄くすることで、この物質が弾性接触子160の導電性に及ぼすであろう影響も軽減できる。

【0030】図4および図5は、本発明に係る弾性接触子260の実施形態を示す。この弾性接触子260が有する耐磨耗性物質278は、コンタクトパッドまたはその他の表面に接触する接触面272の選択された部分にのみ配設されている。この実施例では、耐磨耗性物質278はストリップ構成を有し、先端部266の先端終端から長手方向に延在する。

【0031】耐磨耗性物質278をストリップ形状またはこれに類する構成に形成することで、弾性接触子260に対してある効果を付与できる。つまり、耐磨耗物質が覆う量を接触面272の一部のみに制限することで、自由部分262の弾性または導電性あるいはその両方に対するコーティングの影響を軽減できる。

【0032】耐磨耗性物質278は、弾性接触子260に所望の耐磨耗性を付与するために充分な程に接触面272を覆うことができる任意の適切な大きさを有する。例えば、ある実施例では、ストリップの幅Wを0.5 μ m未満にして、充分に覆うことが出来る。ストリップは、任意の適切な長さを有する。ストリップは、少なくとも先端部266と等しい長さを有することが好適である。ストリップの長さを短くすることで、弾性接触子260の弾性または熱伝導性あるいはその両方に対する耐磨耗物質の影響を軽減できる。

【0033】図6～図8は、本発明に係る弾性接触子360の他の実施形態を示す。この弾性接触子が有する耐磨耗物質378は、接触面の全面と（図7）、側面370と（図6、図8）に形成されている。この弾性接触子360は、弾性接触子360の追加領域にも耐磨耗性を付与できる効果があるが、上述の様に、弾性接触子360全体の導電性が、弾性金属より低であろう耐磨耗性物質の導電性の影響を受ける可能性がある。この実施例では、接触面や側面上の耐磨耗性物質の厚みを、弾性接触子360の導電性に大きく影響せず、しかも、所望の耐磨耗性を付与できるように、できる限り薄くする

6

ことが好適である。例えば、コーティングの厚さを約0.05 μ mとしてもよい。

【0034】弾性接触子360の弾性や導電性に対する耐磨耗物質の影響は、この物質を先端部366においてのみ接触面や側面370に配設すれば、軽減できる。こうした実施例では、弾性接触子360全体の弾性や導電性に大きく影響せず、先端部366の耐磨耗性を向上させて先端部366の鈍化に対する抵抗力を強化できる。

【0035】図9は、本発明に係る弾性接触子460の他の実施形態を示す。この弾性接触子460が有する耐磨耗性物質478は、先端部466の一部にのみ配設されている。この実施例は、耐磨耗性物質478を弾性接触子460の一部にのみ配設することで所望の耐磨耗性を付与できる効果がある。したがって、弾性接触子の弾性や導電性に対するこの物質の影響は僅かである。

【0036】本発明は、図3～図9に示す弾性接触子の実施例を形成する方法を提供する。弾性接触子の実施例は、フォトリソグラフィ技術によって形成できる。米国特許第5,613,861号、第5,848,685号、第5,944,537号に開示された方法や他の技術によって、この弾性金属を形成できる。

【0037】図3において、弾性接触子160を形成する方法の一例は、弾性金属を基板または上面に層として配設するステップを有する。基板は通常、絶縁基板である。弾性金属を適用する前に、図1に示す層68等の絶縁下敷き層を基板52上に光学的に配設できる。弾性金属は、ストレス勾配（ $\Delta\sigma/h$ ： σ と h はそれぞれ弾性金属のストレスと厚みを示す）を形成できる任意の適切な処理で形成できる。ストレス勾配は、厚みの底部分に圧縮を生じ、上方部分に緊張を生じる。例えば、弾性金属は電子ビーム蒸着、熱蒸発、化学蒸気蒸着、スパッタ蒸着、その他当業者に周知の方法で形成できる。弾性金属は、スパッタ蒸着することが好適である。これは、この技術によれば、蒸着中に圧力を変えることによって、再生可能なストレール勾配を形成できるためである。

【0038】例えば、ストレス勾配が層の底部分の圧縮力から上側の緊張力に展開するように、弾性金属層を形成できる。弾性金属を複数のサブ層として形成し、各サブ層の固有ストレスを変え、蒸着条件を変えることで、このストレス勾配を實現できる。弾性金属が一旦基板から離れたら、固有ストレス勾配によって弾性接触子は図1に示すような湾曲形状を有する。

【0039】弾性金属層は通常、約1 μ mの厚さを有するが、任意の適切な厚みを有してもよい。

【0040】耐磨耗性物質を弾性金属層上に形成する。この耐磨耗性物質は適切な処理によって形成できる。例えば、この耐磨耗物質は、リアクティブマグネトロンスパッタリングによって弾性金属層上に形成できる。上述のように、T1Nは、弾性接触子を形成するために適切な

(5)

特開2001-165959

7

耐摩耗特性を付与する耐摩耗性物質の一例である。 N_2 又は NH_3 から、あるいはArおよび N_2 または NH_3 を交互に用いてプラズマを形成し、リアクティブマグネトロンスパタリングを行うことによって、TiN層を弾性金属層に形成することができる。

【0041】弾性金属層上に耐摩耗性物質層を形成した後、当業者には周知の従来のフォトリソグラフィ技術を用いてこれらの2つの層を型抜きし、不要な物質を除去して、図3に示す弾性接触子構成を製造する。

【0042】図4および図5に示す弾性接触子260の実施形態は、接触面272の一部のみに耐摩耗性物質を選択的に配設できる任意の適切な処理によって、形成できる。まず弾性金属層を形成し、続いて、耐摩耗性物質で覆いたくない弾性物質の部分をマスクすることで弾性物質層の一部のみに耐摩耗性物質を形成して、弾性接触子260を形成できる。

【0043】あるいは、弾性接触子のほぼ全域に耐摩耗性物質を適用し、型抜きして、図5に示すストリップ構成のような所望の構成を形成する。上述のように、ストリップは任意の適切な幅と長さを有する。更に、接触面上に複数のストリップを光学的に形成できる。耐摩耗性物質はストリップ形状以外の形状を有してもよい。

【0044】耐摩耗性物質を型抜きした後ストリップ金属層を型抜きして、ストリップ等の所望の構成にする。しかし、当業者においては、弾性金属層を型抜きしてから耐摩耗性物質コーティングを型抜きしてもよいことが分かる。

【0045】図6～図8は、本発明に係る弾性接触子360の実施形態を示す。この実施例では、耐摩耗物質378が接触面上および側面370上に形成されている。この実施形態は、弾性金属層を形成して型抜きし、底面と側面とが露出するように基板から弾性金属層を離して形成する。次に、弾性金属層の選択された一部の接触面および側面上に耐摩耗性物質層を形成する。これは、上述の適切な蒸着技術を用いて行う。例えば、所望のコーティング組成を形成するように任意の適切なガス先駆物質を用いたプラズマエンハンスド化学蒸気蒸着(PECVD)処理によって、耐摩耗性物質を弾性金属層上に形成できる。

【0046】図9において、本発明に係る弾性接触子460の実施形態では、耐摩耗性物質478が先端部466の先端終端467にのみ形成されている。この耐摩耗性物質478は、弾性金属層の先端部のみを選択的に浸炭させる浸炭処理によって形成できる。例えば、適切な蒸着処理と型抜きによって弾性金属層を形成した後、弾性金属の先端を、黒鉛等の固体黒鉛源と接触させる。先端部と黒鉛源とを、弾性金属物質および黒鉛が炭化物を形成するために効果的な温度まで加熱する。例えば、チタン弾性金属と黒鉛は、黒鉛源と接触する先端部の先

8

細先端において、通常約800℃でTiCを形成し、固体拡散によって、金属炭化物と金属固溶体が形成される。先端部の浸炭領域は通常、約0.2μm未満の寸法Cを有する。

【0047】実施形態では、浸炭温度を最低限にして、弾性金属のストレスパターンに及ぼす温度の影響を軽減することが望ましい。これは、より低い温度で金属炭化物を形成できる弾性金属を利用して実現できる。

【0048】更に、浸炭中、黒鉛と接触する先端終端より低い温度まで、黒鉛源と接触しない弾性金属の部分を冷却する実施例もある。このような実施例では、弾性金属は加熱せずに、黒鉛塊等の黒鉛源を選択的に加熱できる。黒鉛源から熱が弾性金属に伝導されるが、同時に弾性金属を冷却するので、弾性金属の温度を制御して、ストレス解放の影響を軽減あるいは制御できる。

【0049】任意のポスト加熱アニール技術を用いて、浸炭によって弾性接触子に生じた望ましくないストレスの影響を除去できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 非変形自由状態にある周知の弾性接触子と、コンタクトパッドと接触して変形状態にある周知の弾性接触子とを示す図である。

【図2】 接触適用に用いた図1の弾性接触子を示す図である。

【図3】 耐摩耗性物質が弾性接触子の接触面上に形成され、弾性接触子の先端が天然炭化物を貫通する本発明に係る弾性接触子の実施例を示す図である。

【図4】 型抜きされた耐摩耗物質がコンタクト面の一部にのみ形成された本発明に係る弾性接触子の他の実施例を示す図である。

【図5】 図4の弾性接触子の底面図である。

【図6】 耐摩耗物質が側面および接触面上に形成された本発明に係る弾性接触子の他の実施例を示す図である。

【図7】 図6の弾性接触子の底面図である。

【図8】 図6の弾性接触子の上面図である。

【図9】 耐摩耗物質が先端部の終端部にのみ形成された本発明に係る弾性接触子の他の実施例を示す図である。

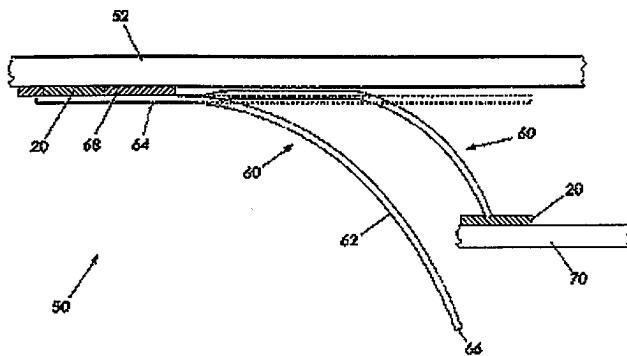
【符号の説明】

20 コンタクトパッド、22、68 層、32 プロ
ープカード、50 接合構造、52 基板、60、16
0、260、360、460 弾性接触子、62、16
2 自由部分、64 アンカー部、66、166、36
6、466 先端部、70 装置、167、467 先
細終端、168 上表面、170、370 側面、17
2、272 接触面、178、278、378、478
耐摩耗物質。

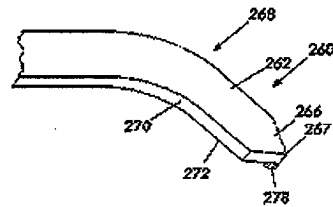
(5)

特開2001-165959

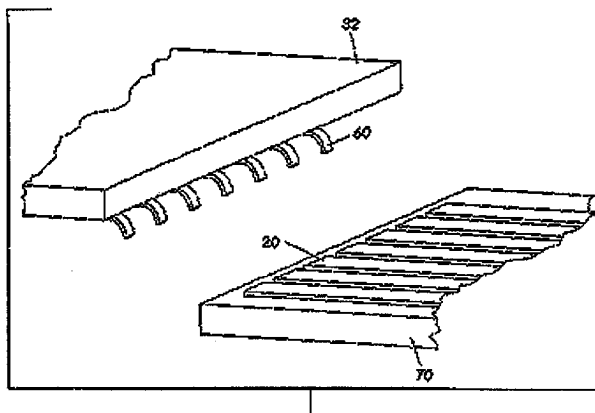
【図1】



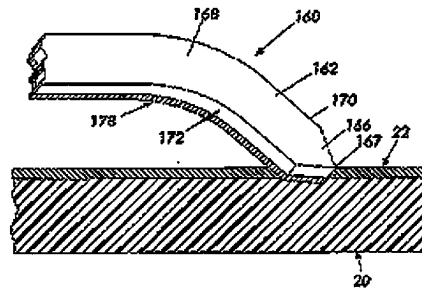
【図4】



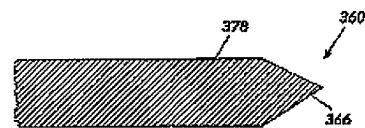
【図2】



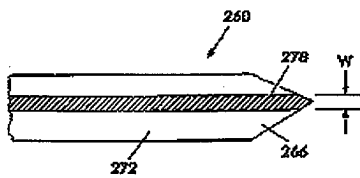
【図3】



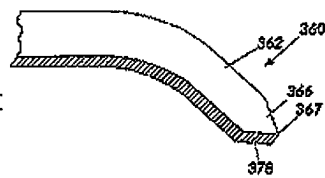
【図7】



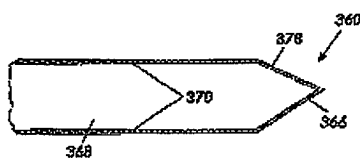
【図5】



【図6】



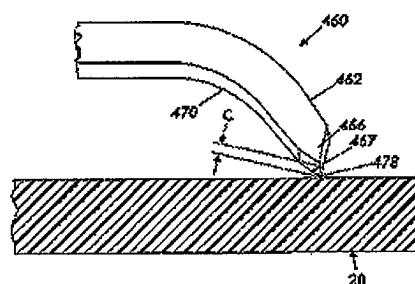
【図8】



(7)

特開2001-165959

【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 ドナルド エル スミス
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 ボリ
 ナス ピーオー ボックス 67

(72)発明者 アンドリュー エス アリモンダ
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 ロス
 アルトス セリ レーン 1739